

FACULTAD DE CIENCIAS
GRADO EN ÓPTICA Y OPTOMETRÍA
TRABAJO FIN DE GRADO
CURSO ACADÉMICO [2014-2015]

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA
PANTALLA TANGENTE**

AUTOR:

GENOVEVA VILLEGAS JIMÉNEZ

TUTOR:

PEDRO JOSÉ BOJ GIMENEZ

AGRADECIMIENTOS

Me gustaría expresar mi agradecimiento a todas las personas que de algún modo han contribuido a la realización de este trabajo.

En primer lugar me gustaría agradecer al Dr. Pedro Bog la confianza que ha depositado en mí y agradecerle su tiempo y optimismo.

A Paco, por su ayuda manual en el taller y su simpatía.

A mis padres, por todo el esfuerzo y preocupación que han depositado en mí para que tenga un buen futuro.

A mi hermana, por desearme suerte cada noche antes de un examen.

A mis compañeras/os de penas y alegrías, porque de cada uno de ellos me llevo un trocito para siempre a Almería.

Y por último a ti, mi compañero de fatigas, de diversión y de locura. Por tu cariño, paciencia y comprensión durante tantos años. Gracias vida.

RESUMEN

El objetivo de este trabajo ha sido el de diseñar y fabricar una pantalla tangente para poder determinar el campo visual en pacientes de baja visión. Para realizar la calibración se han construido simuladores de las diferentes patologías más importantes que cursan baja visión: DMAE, Stargardt y Glaucoma. Por último, se ha empleado la pantalla para determinar el campo visual en dos pacientes de baja visión con las patologías de Stargardt y DMAE y se han comparado los resultados con los medidos con el campímetro SBP 3000 de Topcon.

Palabras clave: pantalla tangente, campo visual, campímetro

ABSTRACT

The objective of this work was to design and manufacture a tangent screen to determine the field of low vision patients. To calibrate simulators have been built various important pathologies that low vision: AMD, Stargardt and Glaucoma. Finally, the screen was used to determine the visual field in two low vision patients with AMD and Stargardt diseases and compared the results with those measured with the SBP 3000 campimeter Topcon.

Keywords: tangent screen, visual field, campimeter

ÍNDICE

1. OBJETIVOS.....	1
2. INTRODUCCIÓN.....	2
3. MATERIALES Y MÉTODOS	9
3.1. Diseño y fabricación de la pantalla tangente.....	9
A. Dimensiones	9
B. Sensibilidad angular.....	13
C. Características fotométricas	13
3.2. Fabricación de los optotipos.....	16
3.3. Fabricación de los simuladores de defectos de campo visual	18
3.4 Método experimental de la medida del campo visual	19
4. RESULTADOS	20
4.1. Simuladores de defecto de campo	20
A. Escotomas centrales.....	20
A.1 Enfermedad de Stargardt.....	21
A.2. DMAE.....	23
B. Escotomas periféricos	25
B.1. Glaucoma	25
B.2. Escotoma en el primer cuadrante	27
B.3. Escotoma en el segundo cuadrante	29
B.4. Escotoma en el tercer cuadrante.....	31
B.5. Escotoma en el cuarto cuadrante.....	33
C. Discusión.....	34
4.2. Pacientes de Baja Visión	35
A. Paciente con DMAE seca	35
A.1. Examen visual.....	35
A.2. Pruebas diagnósticas	36
A.3. Pantalla tangente	38
A.4. Discusión.....	40
B. Paciente de baja visión con Stargardt	41
B.1 Examen visual	41
B.2. Pruebas diagnósticas	42

B.3. Pantalla tangente	43
B.4. Discusión.....	44
5. CONCLUSIONES.....	45
6. BIBLIOGRAFÍA.....	46

1. OBJETIVO

El objetivo fundamental de este trabajo es el de diseñar y construir una pantalla tangente y los optotipos necesarios para poder evaluar el campo visual en pacientes de baja visión. Para calibrar la pantalla se construirán diferentes simuladores de defectos de campo tanto central como periférico. Por último, verificaremos su utilidad, evaluando el campo visual en dos pacientes de baja visión con las patologías de Stargardt y DMAE que presentan alteraciones importantes en el campo visual. Compararemos los resultados con las medidas realizadas con el campímetro SBP 3000 de Topcon.

2. INTRODUCCIÓN

Campo visual

El campo visual viene definido por el área de la zona del espacio objeto que somos capaces de ver manteniendo la mirada fija en un punto. En los exámenes clínicos, normalmente realizamos un test monocular mientras que el otro permanece ocluido. La extensión completa de un campo visual monocular abarca desde los 95° temporales hasta los 60° nasales y desde los 65° superiores a los 75° inferiores. Dentro de dicha área encontramos el punto ciego, proyección de la papila sobre el campo visual. El campo visual binocular está compuesto por la superposición de los dos monoculares y alcanza los 120° tal como se representa en la figura 1¹.

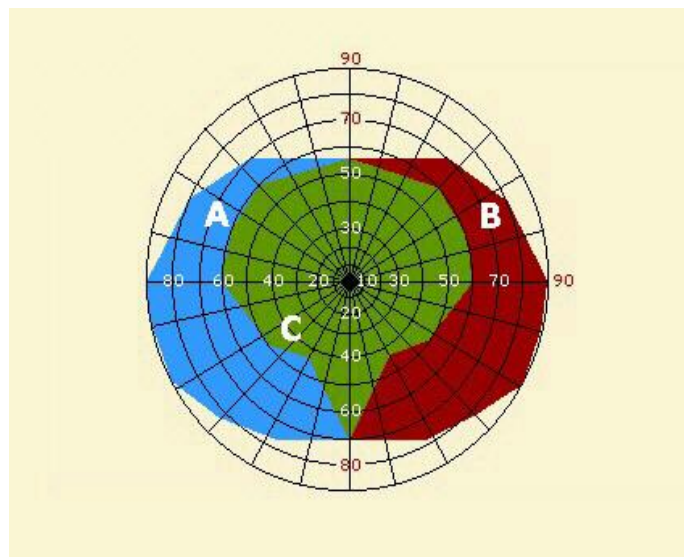


Figura 2.1. (A) Campo visual del OI, (B) Campo visual del OD, (C) Campo visual binocular

Esto quiere decir, que el campo visual periférico (por fuera de los 30° centrales) es aproximadamente cinco veces mayor en superficie que el campo central. Los 30° centrales abarcan el 83% de la corteza visual, por lo que la mayoría de las patologías se detectan en esta área central². En dicha zona encontramos la fovea y la zona paramacular donde la sensibilidad retiniana es máxima debido al número de fotorreceptores que hay, y es sensible en distinguir los detalles más pequeños y los colores. Por otro lado, el campo visual periférico es especialmente sensible a los movimientos. La sensibilidad retiniana aquí es mínima, por lo que el estímulo necesario en esta zona para ser percibido debe de ser máximo².

En el campo visual podemos encontrar diversos defectos:

-Contracción: estos defectos los encontramos en el límite periférico y son poco frecuentes. Se trata de una pérdida total de la sensibilidad retiniana en las fibras más excéntricas, por lo tanto, el borde de la contracción debe ser el mismo independientemente de la intensidad del estímulo. Dicho defecto indica una lesión total en su efecto sobre la vía óptica, estable y de difícil recuperación.

-Depresión: aquí la receptividad de las fibras nerviosas está mermada y la zona afectada no presenta respuesta para un estímulo determinado, pero si responde ante uno de mayor intensidad. Son la mayoría de defectos que encontramos en los campos, tanto central como periférico.

-Escotomas: son áreas con pérdida de sensibilidad total o parcial dentro del campo visual normal. Pueden aparecer en áreas aisladas o estar incluidos dentro de una depresión de campo. Pueden ser absolutos, es decir, que no dependen de la iluminación, o relativos, es decir, en los que el paciente podrá ver el estímulo en función del nivel de luminancia que se le presente. En un trabajo reciente de fin de grado realizado por M. García³ se discuten los trabajos de investigación que relacionan los escotomas con la baja visión

Campo visual en baja visión

Algunas de las enfermedades que afectan al campo visual en las patologías que causan baja visión son:

-Enfermedad de Stargardt: también conocida como distrofia macular juvenil. Es una enfermedad ocular hereditaria que se caracteriza por una degeneración macular. Fue descrita por primera vez en 1909^{4,5}. El inicio de los síntomas tiene lugar en la adolescencia, aunque existe algún caso que ha tenido manifestaciones en la primera década de la vida. El paciente refiere que poco a poco deja de ver sin darse cuenta y se manifiesta por pérdida de agudeza visual progresiva y una pérdida importante del campo visual central. En el trabajo de fin de grado de B. Monllor⁶ se presenta un detallado análisis bibliográfico sobre las características de la función visual de estos pacientes de baja visión.

-Glaucoma: Los glaucomas crónicos son enfermedades que progresiva e irreversiblemente lesionan el nervio óptico, inicialmente de manera asintomática. Finalmente pueden llevar a una pérdida visual severa e inclusive la ceguera. El diagnóstico temprano solo puede realizarse evaluando la presión intraocular, el campo visual y la excavación del nervio óptico. Los defectos del campo visual (escotomas) glaucomatosos típicamente son de forma arqueada. La agudeza visual central puede permanecer respetada hasta estados avanzados de la enfermedad, por lo cual no sirve como parámetro diagnóstico de glaucoma. Cuando la enfermedad está muy avanzada los escotomas arqueados superiores e inferiores se unen, respetando solo la visión central y construyendo lo conocido como “visión en túnel”. Si la enfermedad prosigue se pierden también los axones que llevan la información de la mácula, el paciente comienza a perder agudeza visual y puede llegar a la ceguera total e irreversible⁷. Se han realizado numerosos trabajos que analizan la evolución y las características de las pérdidas de campo visual en pacientes con glaucoma relacionándolos con las estructuras oculares. Por otra parte también se han estudiado los patrones típicos de pérdida de campo visual en los pacientes con glaucoma. En el trabajo fin de grado de E. Moll⁸ se incluye un detallado estudio bibliográfico de los trabajos de investigación que estudian las características del campo visual en el glaucoma.

-Otra de las patologías que producen alteraciones importantes del campo visual es la **Degeneración Macular Asociada a la Edad (DMAE)**: Es una enfermedad que se caracteriza por la aparición de una, o más, de las siguientes alteraciones degenerativas progresivas en la mácula: Formación de drusas, alteraciones del epitelio pigmentario de la retina como hipo e hiperpigmentación, atrofia geográfica del EPR y la coriocapilar que afecta el centro de la fovea y la formación de neovasos.

La DMAE constituye, actualmente, la principal causa de ceguera en personas mayores de 50 años en los países desarrollados. Se clasifican en dos tipos:

DMAE atrófica, seca: Conlleva una desaparición progresiva del epitelio pigmentario retiniano; zonas de atrofia que lentamente van creciendo y drusas que van de manera progresiva coalesciendo. Las áreas afectadas pierden capacidad visual, ya que se asocia a una alteración importante de los fotorreceptores. El

estadio final de este proceso se denomina atrofia geográfica. Este tipo de DMAE es el más frecuente y representa casi un 90% del total de casos y afecta aproximadamente a un 10% de las personas mayores de 60 años.

DMAE húmeda, exudativa, neovascular: Se acepta que un 10% aproximadamente de los pacientes con DMAE presentan esta forma neovascular pero, sus efectos sobre la visión, son muy marcados. Puede formar una cicatriz disciforme macular a causa de un desprendimiento exudativo del epitelio pigmentario provocando metamorfopsias o a causa de membranas neovasculares coroides provocando hemorragias, produciendo un escotoma central absoluto. Este proceso puede ocurrir de forma rápida, lo que la rápida actuación ante este tipo de patología resulta indispensable. Esta enfermedad suele ser bilateral, pero asimétrica. No se conocen sus causas, aunque hay factores de riesgo aparte de la edad, como el consumo de tabaco y factores genéticos que muestran asociaciones consistentes. Aunque hay alternativas terapéuticas, estas lesiones son irreversibles y suponen una causa importante de alteraciones de la visión y calidad de vida por la afección en mayor o menor grado de la visión central⁹.

En el trabajo de fin de grado realizado por E. Gómez¹⁰ se incluye un detallado análisis bibliográfico sobre de las características de la función visual de los pacientes que tienen DMAE en los que las alteraciones del campo visual son muy importantes.

Evaluación del campo visual

Uno de los instrumentos que podemos utilizar para evaluar el campo visual es la pantalla tangente, que consiste en una superficie negra sobre la que se colocan objetos blancos de diferentes tamaños para ver en qué lugar de la visión son percibidos. En este procedimiento el paciente se sienta a un metro de la pantalla y se ocluye un ojo para evaluar el otro con el que mira fijamente a un punto colocado en el centro de la pantalla. El examinador mueve lentamente una varilla negra con un estímulo blanco en su extremo, sobre la pantalla hasta que es percibido por el examinado y se indica con un punto. Así se van marcando puntos en el contorno del campo visual de cada ojo y se unen mediante líneas formando un mapa en dos dimensiones, que se puede trasladar a un papel para su registro. La pantalla tiene un metro cuadrado de lado y se coloca a un metro del paciente subtendiendo 30°.

Los paralelos se dibujan cada 5° y los meridianos cada 15°. La mancha ciega tiene un tamaño de entre 5° y 7° y está situada en las coordenadas $x=15^\circ$ e $y=-1^\circ$. Los tamaños de los estímulos deben estar comprendidos entre 30 y 0.5 mm.

Otras técnicas que podemos utilizar para medir el campo visual son:

-Confrontación: El paciente se coloca frente al examinador a 1 metro de distancia. El examinador le presenta estímulos de tamaño variable desde 10 a 2 mm moviéndolos en un arco originado por detrás del paciente hasta introducirlos en su campo visual. En el caso de campos muy reducidos se puede utilizar una linterna. Primero se coloca sobre la mancha ciega y se delimitan los bordes del campo visual. Se analiza el campo por cuadrantes para buscar posibles escotomas y podemos variar tanto el color del estímulo como la intensidad de la iluminación.

-Rejilla de Amsler: Se trata de una cartulina negra cuadrada pintada en trazos blancos, en cuyo centro se representa un punto blanco que sirve de fijación. El cuadrado que delimita la rejilla mide 10 cm de lado. Cada uno de los que se compone tiene unas dimensiones de 0.5 cm. Al ser utilizada a distancias entre 30 y 40 cm subtende un ángulo total de 20° y cada cuadrado un ángulo de 1°. Con este método se analiza el campo central en 10° alrededor del punto de fijación. Y una zona de la retina de 5.36 mm de lado. El examen se realiza monocularmente con buena iluminación y con su corrección para cerca.

-Campímetro: Está formado por una pantalla sobre la que se proyectan estímulos luminosos estáticos de diferentes intensidades y localizaciones. El paciente permanece sentado frente al campímetro con su ametropía corregida y se examinarán los dos ojos de forma independiente para lo cual el paciente deberá cerrar uno de sus ojos mientras que el examinador le pedirá que le indique cuándo ve un haz luminoso intermitente y de distintas intensidades que irá apareciendo en distintas zonas del campo visual del ojo estudiado. Posteriormente se repetirá la misma maniobra con el ojo contralateral. Una ventaja que presenta los campímetros computerizados actuales frente a la pantalla tangente es que todos los datos del paciente se registran automáticamente en el ordenador al contrario que la pantalla tangente que hay que introducirlos manualmente y hacer las gráficas. Al contrario que la pantalla tangente, no es practicable en niños pequeños o personas de avanzada edad y resulta poco fiable en adolescentes¹¹.

El primer libro dedicado por completo a la evaluación del campo visual fue escrito en 1874 por el médico alemán Wilhelm Schön. En este trabajo se discutían los tipos de pérdidas características de campo visual en enfermedades como glaucoma, retinosis pigmentaria, ambliopía toxica, neuritis retrobulbar y embolia de la arteria central de la retina. Las medidas se hicieron con un perímetro de arco y para campos superiores a 10° ¹². Entre los años 1870 y 1880 se consideraba que el perímetro de arco era también válido para evaluar los defectos de campo central. En 1875 Julius Hirschberg diseñó una pantalla tangente con anillos hasta 45° y acuñó el término campimetría para la técnica de la pantalla tangente y así diferenciarlo de la perimetría¹³.

Unos años más tarde, en 1889 J.P. Bjerrum popularizó la técnica de la campimetría utilizando un papel marcado con círculos concéntricos separados 5° hasta un valor máximo de 30° y meridianos con una separación de 15° . Su ayudante H. Ronne diseñó los optotipos para poder realizar las medidas a 1 o 2 metros de distancia¹². Desde entonces se ha venido utilizando para la evaluación del campo visual central en diferentes patologías. En este sentido David C. Broadway¹⁴ presenta una guía práctica para evaluar el campo visual en el glaucoma donde destaca la utilidad de la pantalla tangente. Por otra parte Agnes M. F. Wong y colab.¹⁵ comparan la utilidad de la pantalla tangente con el campímetro de Goldman y el perímetro de Humphrey para la detección y localización de lesiones en el lóbulo occipital. En otro trabajo JA. Olson y colab.¹⁶ describen las ventajas de la pantalla tangente para evaluar las contracciones periféricas del campo visual.

El objetivo de nuestro trabajo ha sido el de diseñar y construir una pantalla tangente para evaluar el campo visual central y periférico hasta valores máximos de 50° . En la primera parte del tercer capítulo de esta memoria, se describen el diseño y el procedimiento de fabricación de la pantalla donde además, se incluyen sus características de resolución y fotométricas. La segunda parte de este tercer capítulo se dedica a describir las características de los optotipos que previamente hemos fabricado. Para evaluar la pantalla se ha diseñado unos simuladores de los defectos de campo tanto central como periféricos asociados a las patologías más frecuentes que provocan baja visión. El diseño y la fabricación de los simuladores se presenta en la tercera parte de este mismo capítulo. En el capítulo 4 se presentan los resultados de las medidas de los campos visuales obtenidos con los simuladores y

se realiza una discusión de los mismos, comparando los valores del simulador con los valores del campo obtenidos con la pantalla tangente. También se presentan las medidas del campo visual de dos pacientes de baja visión con las patologías de Stargardt y DMAE junto con un análisis de los resultados. La memoria se completa con las conclusiones del trabajo y las referencias.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Diseño y fabricación de la pantalla tangente

A. Dimensiones

En primer lugar lo que hacemos en este trabajo es diseñar y construir una pantalla tangente. La pantalla tangente que vamos a construir es de fieltro negro de 1x1 m² para poder analizar el campo visual de los pacientes con el mayor detalle posible en cada cuadrante.

Se recortó y en el extremo superior se le puso una barra para poder engancharle dos soportes en los que iría sujeta a la pared y que resultase más fácil hacerles el test a los pacientes. A continuación, se le cosió un botón blanco en el centro a la pantalla lo suficientemente grande para que sirviera de estímulo de referencia para el paciente.

Una vez tuvimos como referencia el botón en el centro ya podíamos trazar los paralelos que nos servirían de referencia para luego delimitar los campos visuales. Para trazarlos sobre el fieltro negro necesitábamos un rotulador negro que nos sirviera de referencia a nosotros para evaluar el examen. Además, el rotulador tenía que ser especial para telas.

En el diseño de la pantalla optamos por trazar los paralelos sobre la tela cada 5°. Para ello, nos fabricamos un compás casero debido a que los paralelos eran de gran tamaño y no se podía hacer de otra forma. En la Tabla 3.1 se muestran los valores de los radios para cada uno de los paralelos.

Para 5°	$r = 44 \pm 2 \text{ mm}$
Para 10°	$r = 88 \pm 2 \text{ mm}$
Para 15°	$r = 132 \pm 2 \text{ mm}$
Para 20°	$r = 176 \pm 2 \text{ mm}$
Para 25°	$r = 222 \pm 2 \text{ mm}$
Para 30°	$r = 268 \pm 2 \text{ mm}$
Para 35°	$r = 315 \pm 2 \text{ mm}$
Para 40°	$r = 364 \pm 2 \text{ mm}$
Para 45°	$r = 414 \pm 2 \text{ mm}$
Para 50°	$r = 466 \pm 2 \text{ mm}$

Tabla 3.1. Radios de los paralelos de 5° hasta 50°.

Para construir nuestro compás utilizamos un palo de madera en el que tallamos diferentes muecas con un taladro a las distancias de los radios para poder ir cambiando de posición el rotulador negro que atamos al palo con cinta aislante de color negro. En la Figura 3.1 mostramos una fotografía de la fabricación del compás.



Figura 3.1. Fabricación del compás.

En el extremo del palo con cinta adhesiva negra fijamos una broca para meterla en el centro de una semicirculo de hierro que nos sirvió como punto de apoyo para poder mover el compás y dibujar los diferentes paralelos.

Para poder dibujar los paralelos sin que la pantalla se nos moviese lo que hicimos fue fijar la pantalla al suelo con cinta adhesiva como se muestra en la Figura 3.2 donde también se aprecia el método del trazado.



Figura 3.2. Trazado de los paralelos

Una vez trazados los paralelos, pasamos a trazar los meridianos cada 15° . Para ello fijamos un folio en el centro de la pantalla en el que venían trazados los diferentes meridianos prolongando el trazado hasta el extremo del último meridiano. Por último, colgamos la pantalla en la pared para que el examen a los pacientes fuera lo más cómodo posible. En la Figura 3.3 se muestra una fotografía de la pantalla tangente construida.

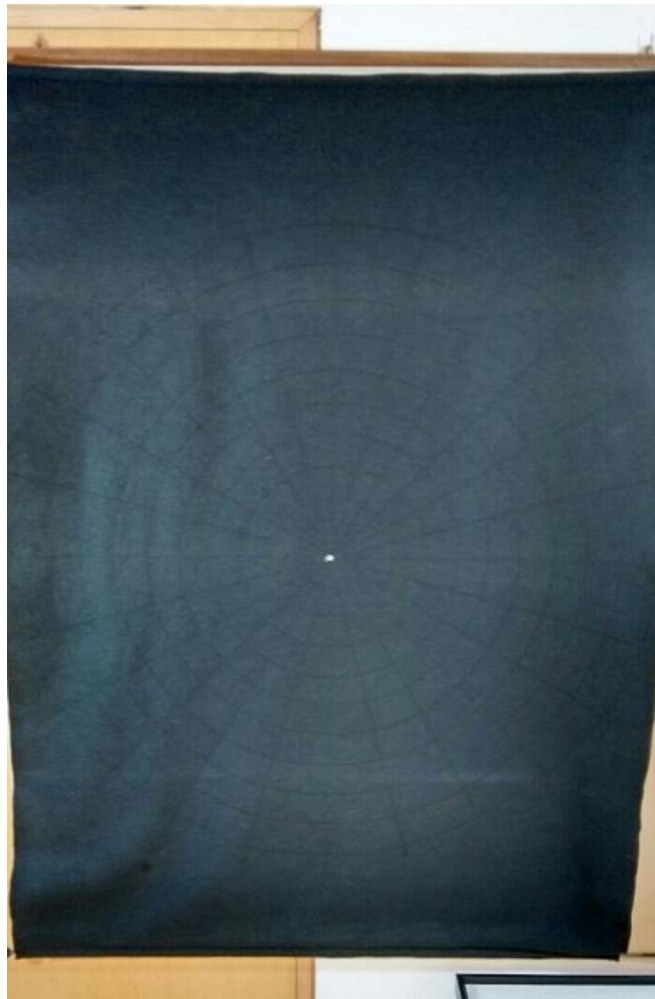


Figura 3.3. Pantalla tangente colgada

B. Sensibilidad angular

La sensibilidad angular de nuestra pantalla viene definida por la separación entre los diferentes meridianos y paralelos que representan los valores mínimos de exploración del campo visual. En nuestro caso es de 15° para los meridianos y de 5° para los paralelos cuando la pantalla se utiliza a una distancia de 1 metro. A distancias de trabajo mayores mejora la sensibilidad.

C. Características fotométricas

Medimos la reflectancia de la pantalla y del trazo negro del rotulador sobre ella. Para ello, utilizamos el aparato SPECTRA MAGIC NX [MINOLTA PORTATIL] que mide la reflectancia en tanto por ciento, siendo 100% reflectancia máxima (blanco puro) y 0% reflectancia mínima (negro puro). En la Figura 3.4 se representa la reflectancia de la pantalla y de la tinta del rotulador (%) en función de la longitud de onda (nm).

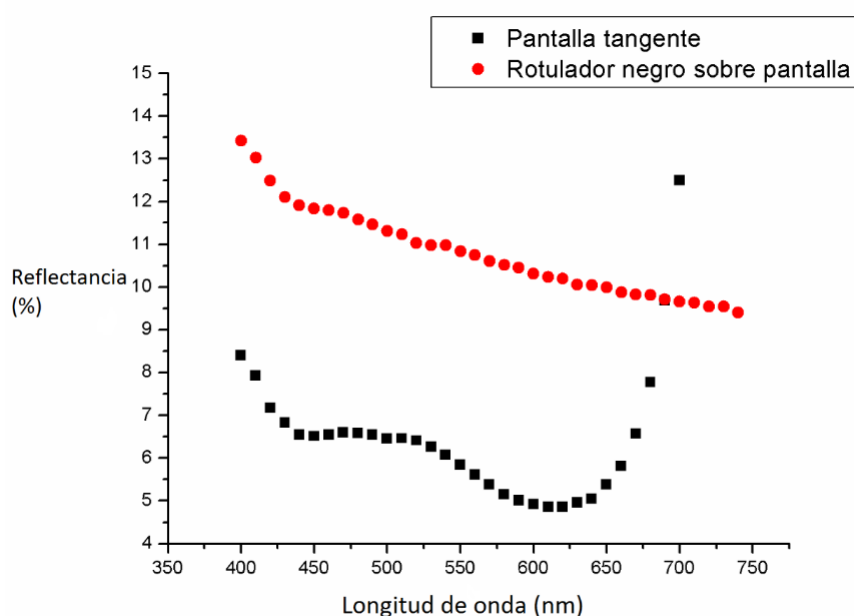


Figura 3.4. Reflectancia de la pantalla y del trazo negro pintado con el rotulador

Con la luz de la habitación apagada, una vez iluminada la pantalla con dos focos, se realizaron las medidas de la luminancia de: la pantalla, del trazo negro del rotulador y de los optotipos. Las coordenadas lumínicas y la luminancia (cd/m^2) las medimos en con el SPECTRORADIOMETER CS-2000A.

Los valores de la luminancia de la pantalla son $L_p = 0.8890 \text{ cd/m}^2$ y de las coordenadas cromáticas, $x = 0.3120$ e $y = 0.3254$. En la Figura 3.5 se han representado las coordenadas x e y sobre un diagrama de color.

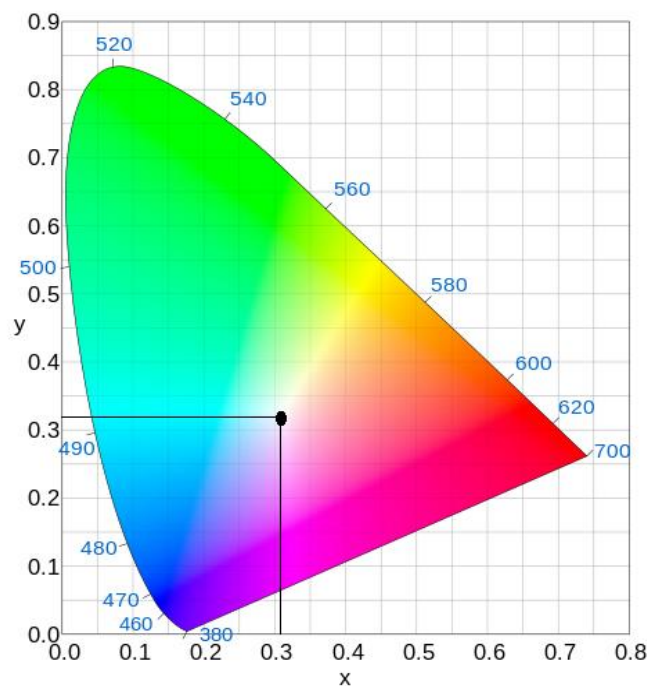


Figura 3.5. Diagrama de color con las coordenadas cromáticas x e y de la pantalla tangente representadas.

A continuación, medimos las coordenadas cromáticas del trazo del rotulador sobre la pantalla. La luminancia es $L_r = 0.6709 \text{ cd/m}^2$ y las coordenadas cromáticas caen prácticamente en el mismo punto que en el diagrama anterior $x = 0.3165$ e $y = 0.3230$, ya que estamos midiendo sobre un rotulador negro y las coordenadas cromáticas de dicho color representado en un mapa de dos dimensiones caen sobre el blanco, como el color gris.

Por último, la luminancia del estímulo es $L_e = 31.09 \text{ cd/m}^2$, mucho más alta que las anteriores teniendo en cuenta que el estímulo es de color blanco y está sobre la pantalla negra. Y sus coordenadas cromáticas son $x = 0.3209$ e $y = 0.3252$.

El contraste de los diferentes elementos que conforman el sistema lo obtenemos a partir de la ecuación (1):

$$C = \frac{L_{\text{máx}} - L_{\text{mín}}}{L_{\text{máx}} + L_{\text{mín}}} \quad (1)$$

Calculamos el contraste mínimo, que es el que aparece entre la pantalla y el trazo negro del rotulador y el contraste máximo que es el que existe entre la pantalla y el blanco del optotipo. Sus respectivos valores son de:

$$C_{\text{mín}} = \frac{0.889 - 0.6709}{0.889 + 0.6709} = 0.14$$

$$C_{\text{máx}} = \frac{31.09 - 0.6709}{31.09 + 0.6709} = 0.95$$

Como podemos observar el contraste mínimo es muy pequeño en comparación con el máximo debido a la gran diferencia de los valores de la luminancia entre el optotipo y la pantalla.

3.2. Fabricación de los optotipos

Cuando ya teníamos la pantalla hecha, pasamos hacer los optotipos que le íbamos a presentar a los pacientes. Utilizamos palos de madera de alrededor de un metro de largo y los pintamos de negro para que el contraste sobre la pantalla de fieltro negra fuese despreciable. En los extremos les pegamos cuatro bolas de corcho de diferentes tamaños. Para los pacientes con menor AV construimos de estímulo una bombilla de LEDs. Utilizamos un palo de plástico hueco de color negro. En el extremo colocamos la bombilla y pasamos los cables por dentro del palo, los cuales iban conectados a un interruptor para encender y apagar el estímulo cuando quisiésemos. En la Tabla 3.2 se muestran los diámetros de los diferentes optotipos utilizados como estímulos en la determinación del campo visual. En la Figura 3.6 se muestra una fotografía de los estímulos.



Figura 3.6. Estímulos de diferentes tamaños.

Los optotipos los hicimos de diferentes tamaños por si el paciente no era capaz de percibirlos. Los diámetros de los estímulos del más pequeño al más grande medidos con el pie de rey y los tamaños angulares a un metro de distancia se presentan en la tabla 3.2.

Número del estímulo	Diámetro del estímulo	Tamaño angular del estímulo
1	19.69 ± 0.02 mm	$1.13 \pm 0.03^\circ$
2	23.53 ± 0.02 mm	$1.34 \pm 0.07^\circ$
3	38.98 ± 0.02 mm	$2.2 \pm 0.1^\circ$
4	56.50 ± 0.02 mm	$3.2 \pm 0.1^\circ$
5 (Bombilla)	46.50 ± 0.02 mm	$2.7 \pm 0.1^\circ$

Tabla 3.2. Diámetro y tamaño angular de los estímulos

3.3. Fabricación de los simuladores de defectos de campo visual

Construimos 7 gafas en las cuales simulamos escotomas en los cuatro cuadrantes y enfermedades como Glaucoma, DMAE y enfermedad de Stargardt. Utilizamos 7 monturas iguales del laboratorio de Óptica Oftálmica y en 7 lentes iguales de tamaño, con cinta adhesiva negra recortamos círculos de varios tamaños para ponerlos en los diferentes cuadrantes para simular los escotomas. Para el glaucoma recortamos un círculo negro con un hueco en el centro, ya que los pacientes con dicha enfermedad no tienen visión periférica⁸. Para la DMAE cortamos un círculo y lo colocamos en el centro de la lente, ya que estos pacientes no tienen visión central¹⁰. Para la enfermedad de Stargardt cortamos una mancha uniforme para colocarla en el centro, ya que una de las características de dicha enfermedad es perder también la visión central⁶. En la Figura 3.7 se presenta una fotografía de los simuladores de defectos de campo.



Figura 3.7. Simuladores: (1) Escotoma en el primer cuadrante (2) Escotoma en el segundo cuadrante (3) Escotoma en el tercer cuadrante (4) Escotoma en el cuarto cuadrante (5) Enfermedad de Stargardt (6) DMAE (7) Glaucoma

3.4 Método experimental de la medida del campo visual

El método de desplazamiento del estímulo será cinético. Para la localización de los posibles escotomas realizamos movimientos circulares a lo largo de cada uno de los paralelos y para cuantificar su tamaño, el movimiento del estímulo se realiza desde el centro a la periferia y desde la periferia al centro a través de unos de los meridianos, siendo el meridiano de la derecha el de 0° y los demás meridianos están ordenados en sentido antihorario. Cuando el paciente dejaba de ver el estímulo (movimiento del centro a la periferia) o cuando lo veía por primera vez (movimiento de la periferia al centro) se iba midiendo con una cinta métrica hasta el punto central de fijación.

En la Figura 3.8 se muestra una imagen del método experimental de medida del campo visual con la pantalla tangente. El examinador se sitúa en un lateral de la pantalla y le muestra al paciente el optotipo para cada uno de los meridianos.



Figura 3.8. Medida del campo visual a una paciente con uno de los simuladores.

4. RESULTADOS

En este capítulo mostramos los valores medios de los campos visuales correspondientes a cinco sujetos emétopes con las alteraciones del campo visual correspondientes a cada uno de los diferentes simuladores de defectos de campo (Apartado 4.1). Los cinco pacientes tienen sus edades comprendidas entre 20 y 22 años y no presentan alteraciones del campo visual. También se presentan los resultados de las medidas del campo visual para dos pacientes con las enfermedades de Stargardt y DMAE (Apartado 4.2)

4.1. Simuladores de defecto de campo

A. Escotomas centrales

A.1 Enfermedad de Stargardt

Se trata de un escotoma situado en el centro de la gafa con coordenadas $x = 1.4 \pm 0.2$ mm e $y = 13.8 \pm 0.2$ mm y un tamaño angular $\alpha_x = 20^\circ$ y $\alpha_y = 18^\circ$. En la Figura 4.1 se muestra una fotografía del simulador y en la Figura 4.2 el mapa visual con dicho simulador.

En la Tabla 4.1 se muestran los valores medios de las medidas realizadas a los cinco pacientes con el simulador de Stargardt. En la primera columna se indica la orientación del meridiano en el que se ha tomado la medida desde el punto central hasta la periferia y viceversa.

Orientación	Radio D/F (± 2 cm)	Radio F/D (± 2 cm)	Tamaño del escotoma(± 2 cm)
0°	13	39	10
15°	12	32	13
30°	13	18	20
45°	14	19	20
60°	14	26	17
75°	15	32	14
90°	18	35	14
105°	14	28	16
120°	15	33	14
135°	14	30	15
150°	17	29	17
165°	14	39	11
180°	11	38	10
195°	11	32	13
210°	12	31	14
225°	11	16	21
240°	14	16	22
255°	16	17	23
270°	16	26	18
285°	16	27	18
300°	14	24	18
315°	13	26	17
330°	11	21	18
345°	12	18	20

Tabla 4.1. Medidas experimentales con el simulador de la Enfermedad de Stargardt. D/F (De dentro-afuera) y F/D (De fuera-adentro)



Figura 4.1. *Simulador de defecto de campo Stargardt*

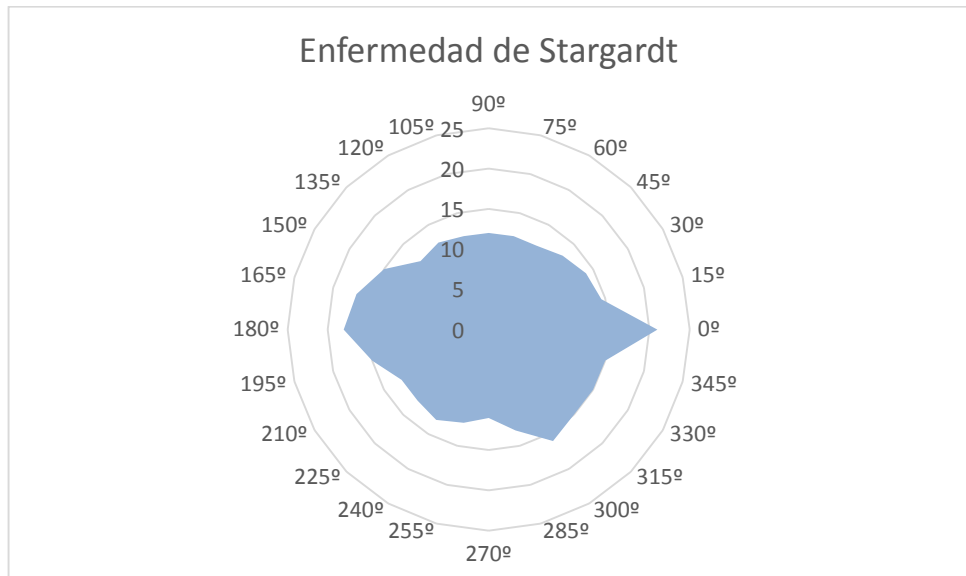


Figura 4.2. *Mapa visual con el simulador de la Enfermedad de Stargardt*

A.2. DMAE

Se trata de un escotoma situado en el centro de la gafa con coordenadas $x = 0.8 \pm 0.2$ mm e $y = 3.4 \pm 0.2$ mm y un tamaño angular $\alpha_x = 20.5^\circ$ y $\alpha_y = 20.5^\circ$. En la Figura 4.3 se muestra una fotografía del simulador, y en la Figura 4.4 el mapa visual con dicho simulador.

En la Tabla 4.2 se muestran los valores medios de las medidas realizadas a los cinco pacientes con el simulador de DMAE.

Orientación	Radio D/F (± 2 cm)	Radio F/D (± 2 cm)	Tamaño del escotoma(± 2 cm)
0°	26	28	22
15°	18	32	16
30°	22	31	19
45°	22	29	20
60°	18	36	14
75°	19	40	13
90°	18	32	16
105°	22	40	14
120°	20	37	15
135°	18	35	15
150°	20	38	14
165°	21	35	16
180°	22	32	18
195°	19	30	18
210°	18	18	23
225°	19	13	26
240°	18	18	23
255°	19	27	19
270°	21	24	22
285°	19	26	20
300°	20	34	16
315°	16	38	12
330°	19	31	17
345°	20	17	25

Tabla 4.2. Medidas experimentales con el simulador de DMAE.
D/F (De dentro-afuera) y F/D (De fuera-adentro)



Figura 4.3. *Simulador de defecto de campo DMAE*

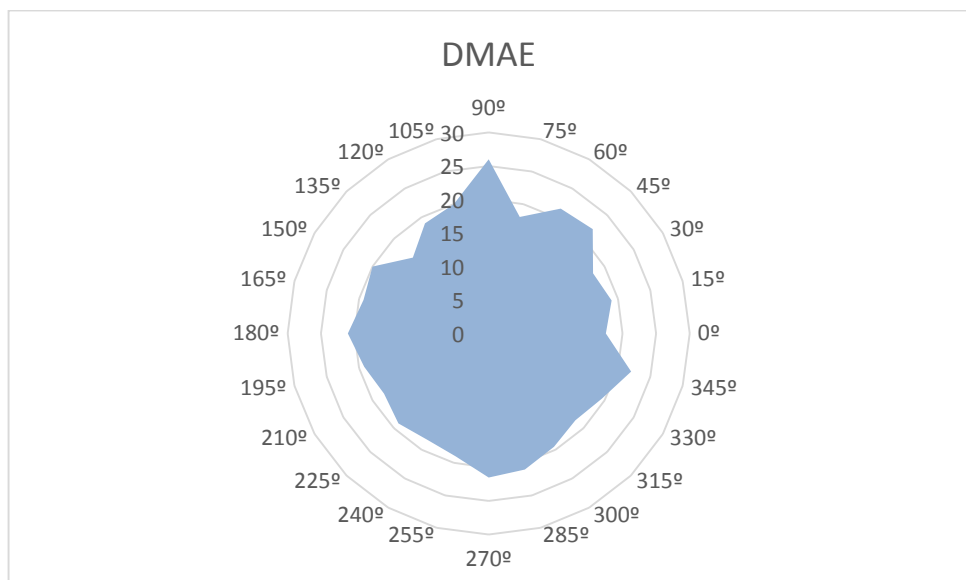


Figura 4.4. *Mapa visual con el simulador de DMAE*

B. Escotomas periféricos

B.1. Glaucoma

Se trata de un escotoma situado en la periferia de la gafa con un tamaño angular $\alpha_x = 20^\circ$ y $\alpha_y = 19^\circ$. En la Figura 4.5 se muestra una fotografía del simulador, y en la Figura 4.6 el campo visual con dicho simulador.

En la Tabla 4.3 se muestran los valores medios de las medidas realizadas a los cinco pacientes con el simulador de glaucoma.

Orientación	Radio D/F (± 2 cm)	Radio F/D (± 2 cm)	Tamaño del escotoma(± 2 cm)
0°	26	11	31
15°	32	12	33
30°	32	14	32
45°	31	15	31
60°	31	16	31
75°	31	14	32
90°	31	20	29
105°	32	19	30
120°	35	16	33
135°	33	11	34
150°	32	11	34
165°	31	11	33
180°	32	11	34
195°	32	13	33
210°	33	12	34
225°	34	13	34
240°	31	12	33
255°	32	13	33
270°	31	13	32
285°	31	15	31
300°	29	15	30
315°	31	14	32
330°	31	16	31
345°	31	15	31

Tabla 4.3. Medidas experimentales con el simulador de Glaucoma.
D/F (De dentro-afuera) y F/D (De fuera-adentro)



Figura 4.5. *Simulador de defecto de campo Glaucoma*

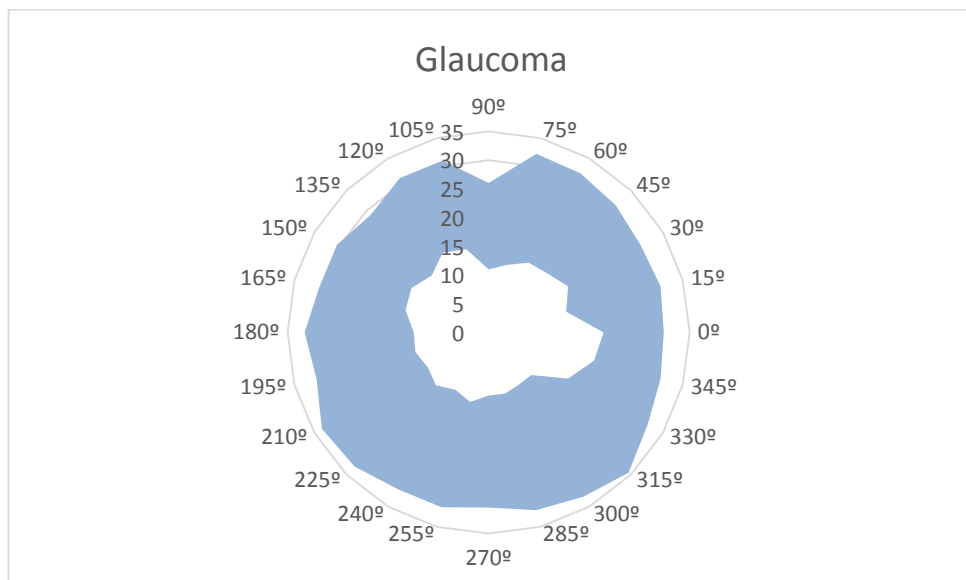


Figura 4.6. *Mapa visual con el simulador de Glaucoma*

B.2. Escotoma en el primer cuadrante

Se trata de un escotoma situado en la periferia de la gafa con coordenadas $x = 11.6 \pm 0.2$ mm e $y = 8.4 \pm 0.2$ mm con un tamaño angular $\alpha_x = 18^\circ$ y $\alpha_y = 16^\circ$. En la Figura 4.7 se muestra una fotografía del simulador, y en la Figura 4.8 el mapa visual con dicho simulador.

En la Tabla 4.4 se muestran los valores medios de las medidas realizadas a los cinco pacientes con el simulador de escotoma en el primer cuadrante.

Orientación	Radio D/F (± 2 cm)	Radio F/D (± 2 cm)	Tamaño del escotoma(± 2 cm)
0°	0	0	0
15°	0	0	0
30°	28	12	31
45°	26	12	30
60°	24	13	29
75°	25	14	29
90°	0	0	0
105°	0	0	0
120°	0	0	0
135°	0	0	0
150°	0	0	0
165°	0	0	0
180°	0	0	0
195°	0	0	0
210°	0	0	0
225°	0	0	0
240°	0	0	0
255°	0	0	0
270°	0	0	0
285°	0	0	0
300°	0	0	0
315°	0	0	0
330°	0	0	0
345°	0	0	0

Tabla 4.4. Medidas experimentales con el simulador de escotoma en el primer cuadrante. D/F (De dentro-afuera) y F/D (De fuera-adentro)



Figura 4.7. *Simulador de defecto de campo en el primer cuadrante*

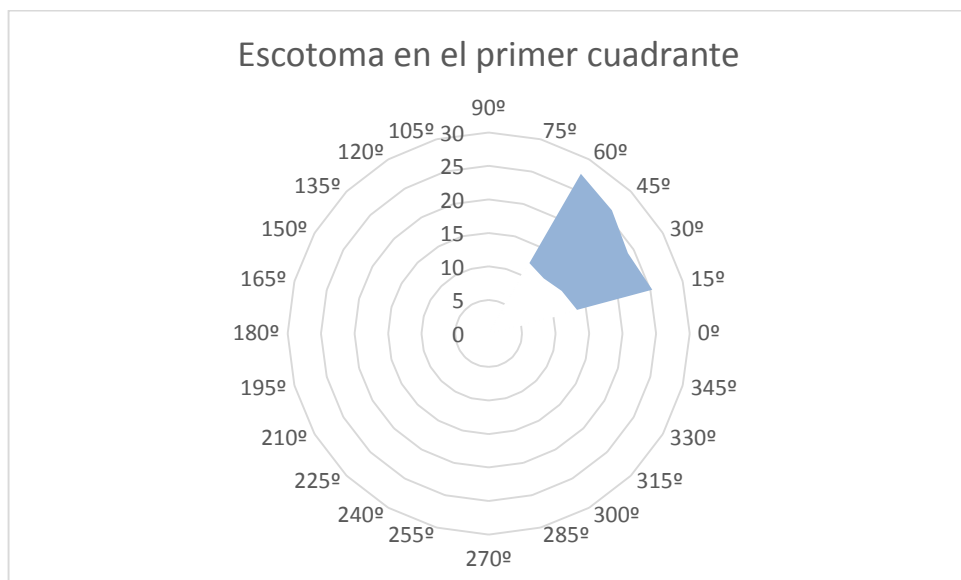


Figura 4.8. *Mapa visual con el simulador de escotoma en el primer cuadrante*

B.3. Escotoma en el segundo cuadrante

Se trata de un escotoma situado en la periferia de la gafa con coordenadas $x = -8.8 \pm 0.2$ mm e $y = 10.8 \pm 0.2$ mm con un tamaño angular $\alpha_x = 28^\circ$ y $\alpha_y = 26^\circ$. En la figura 4.9 se muestra una fotografía del simulador, y en la Figura 4.10 el mapa visual con dicho simulador.

En la Tabla 4.5 se muestran los valores medios de las medidas realizadas a los cinco pacientes con el simulador de escotoma en el segundo cuadrante.

Orientación	Radio D/F (± 2 cm)	Radio F/D (± 2 cm)	Tamaño del escotoma(± 2 cm)
0°	0	0	0
15°	0	0	0
30°	0	0	0
45°	0	0	0
60°	0	0	0
75°	0	0	0
90°	0	0	0
105°	30	31	23
120°	31	29	24
135°	29	30	23
150°	26	31	21
165°	34	29	26
180°	34	26	27
195°	0	0	0
210°	0	0	0
225°	0	0	0
240°	0	0	0
255°	0	0	0
270°	0	0	0
285°	0	0	0
300°	0	0	0
315°	0	0	0
330°	0	0	0
345°	0	0	0

Tabla 4.5. Medidas experimentales con el simulador de escotoma en el segundo cuadrante. D/F (De dentro-afuera) y F/D (De fuera-adentro)



Figura 4.9. Simulador de defecto de campo en el segundo cuadrante

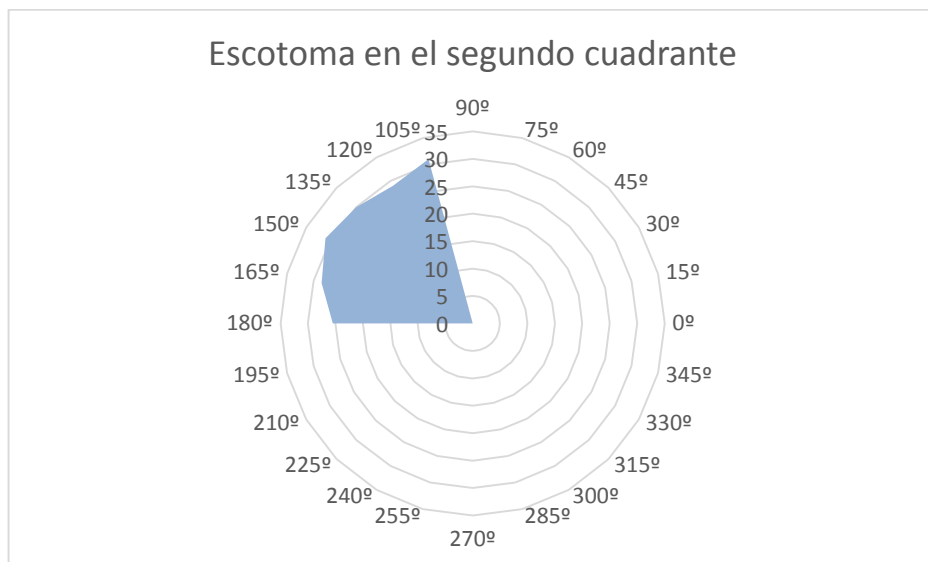


Figura 4.10. Mapa visual con el simulador de escotoma en el segundo cuadrante

B.4. Escotoma en el tercer cuadrante

Se trata de un escotoma situado en la periferia de la gafa con coordenadas $x = -12.4 \pm 0.2$ mm e $y = -10.0 \pm 0.2$ mm con un tamaño angular $\alpha_x = 12^\circ$ y $\alpha_y = 12.5^\circ$. En la Figura 4.11 se muestra una fotografía del simulador y en la Figura 4.12 el mapa visual con dicho simulador.

En la Tabla 4.6 se muestran los valores medios de las medidas realizadas a los cinco pacientes con el simulador de escotoma en el tercer cuadrante.

Orientación	Radio D/F (± 2 cm)	Radio F/D (± 2 cm)	Tamaño del escotoma(± 2 cm)
0°	0	0	0
15°	0	0	0
30°	0	0	0
45°	0	0	0
60°	0	0	0
75°	0	0	0
90°	0	0	0
105°	0	0	0
120°	0	0	0
135°	0	0	0
150°	0	0	0
165°	0	0	0
180°	0	0	0
195°	0	0	0
210°	0	0	0
225°	0	0	0
240°	15	32	15
255°	13	30	15
270°	14	28	16
285°	0	0	0
300°	0	0	0
315°	0	0	0
330°	0	0	0
345°	0	0	0

Tabla 4.6. Medidas experimentales con el simulador de escotoma en el tercer cuadrante. D/F (De dentro-afuera) y F/D (De fuera-adentro)



Figura 4.11. *Simulador de defecto de campo en el tercer cuadrante*

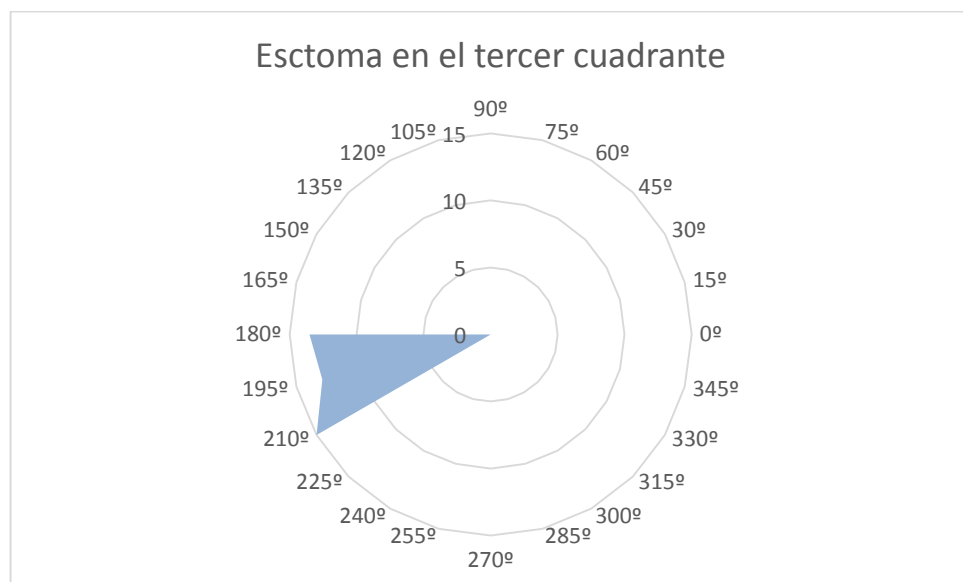


Figura 4.12. *Mapa visual con el simulador de escotoma en el tercer cuadrante*

B.5. Escotoma en el cuarto cuadrante

Se trata de un escotoma situado en la periferia de la gafa con coordenadas $x = 8.6 \pm 0.2$ mm e $y = -10.6 \pm 0.2$ mm con un tamaño angular $\alpha_x = 20^\circ$ y $\alpha_y = 22^\circ$. En la Figura 4.13 se muestra una fotografía del simulador, y en la Figura 4.14 el mapa visual con dicho simulador.

En la Tabla 4.7 se muestran los valores medios de las medidas realizadas a los cinco pacientes con el simulador de escotoma en el cuarto cuadrante.

Orientación	Radio D/F (± 2 cm)	Radio F/D (± 2 cm)	Tamaño del escotoma (± 2 cm)
0°	0	0	0
15°	0	0	0
30°	0	0	0
45°	0	0	0
60°	0	0	0
75°	0	0	0
90°	0	0	0
105°	0	0	0
120°	0	0	0
135°	0	0	0
150°	0	0	0
165°	0	0	0
180°	0	0	0
195°	0	0	0
210°	0	0	0
225°	0	0	0
240°	0	0	0
255°	0	0	0
270°	0	0	0
285°	0	0	0
300°	31	12	32
315°	35	23	29
330°	30	22	27
345°	28	23	25

Tabla 4.7. Medidas experimentales con el simulador de escotoma en el cuarto cuadrante. D/F (De dentro-afuera) y F/D (De fuera-adentro)



Figura 4.13. *Simulador de defecto de campo en el cuarto cuadrante*

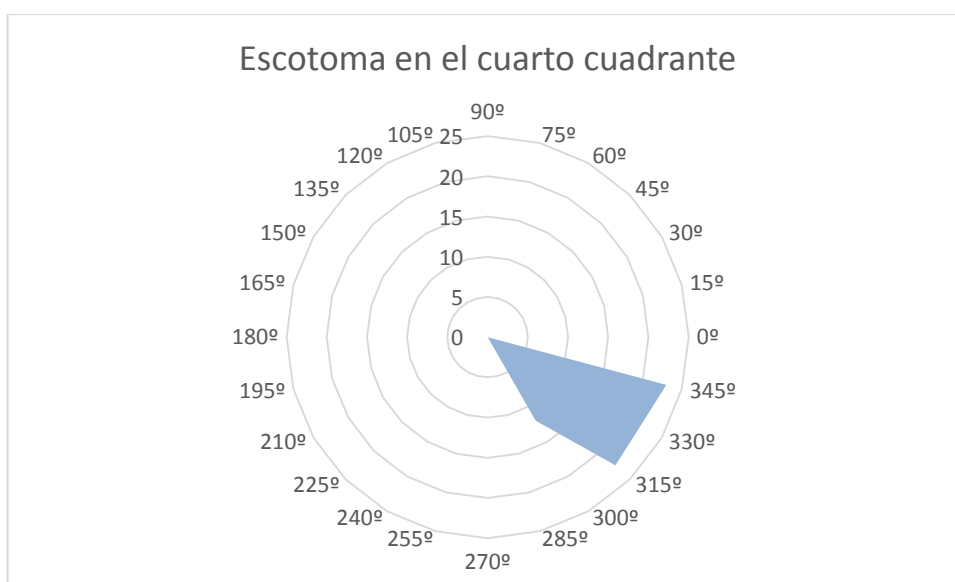


Figura 4.14. *Mapa visual con el simulador de escotoma en el cuarto cuadrante*

C. Discusión

Para hacer el calibrado de la pantalla se han localizado y medido el tamaño de diferentes escotomas tanto centrales como periféricos empleando diferentes simuladores con estos defectos de campo. Hemos utilizado 5 pacientes entre 20 y 22 años sin ninguna anomalía visual para simular enfermedades retinianas. Al tratarse de medidas muy similares se calculó el valor medio de los 5 pacientes para cada enfermedad y escotoma con su correspondiente error de dispersión. Como el

error de dispersión es menor que el del procedimiento de medida de la pantalla tangente, se estableció este último como error de los valores obtenidos.

Los mapas visuales obtenidos con los simuladores para hacer el calibrado de la pantalla, se corresponden al escotoma que tenía cada gafa en tamaño, forma y posición.

En los escotomas, los pacientes perdían campo visual justo en los cuadrantes en los que estaban situados y de aproximadamente el mismo tamaño que los escotomas simulados.

4.2. Pacientes de Baja Visión

A. Paciente con DMAE seca

A.1. Examen visual

Paciente de 80 años de edad diagnosticado desde hace alrededor de 10 años con DMAE seca.

En primer lugar le medimos la AV con el test ETDRS a 4 metros para VL y a 40 cm para VC. Los valores se muestran en la Tabla 4.8.

	OD	OI	Binocular
AV en VL sin compensación	0.16 ± 0.04	0.16 ± 0.04	0.20 ± 0.04
AV en VL con compensación	0.8 ± 0.2	0.63 ± 0.13	0.63 ± 0.13
AV en VC con compensación	0.20 ± 0.04	0.20 ± 0.04	0.20 ± 0.04

Tabla 4.8. AV del paciente de baja visión con DMAE

Después se le hizo un campo visual con el campímetro SBP 3000 de Topcon como se muestra en la Figura 4.15.

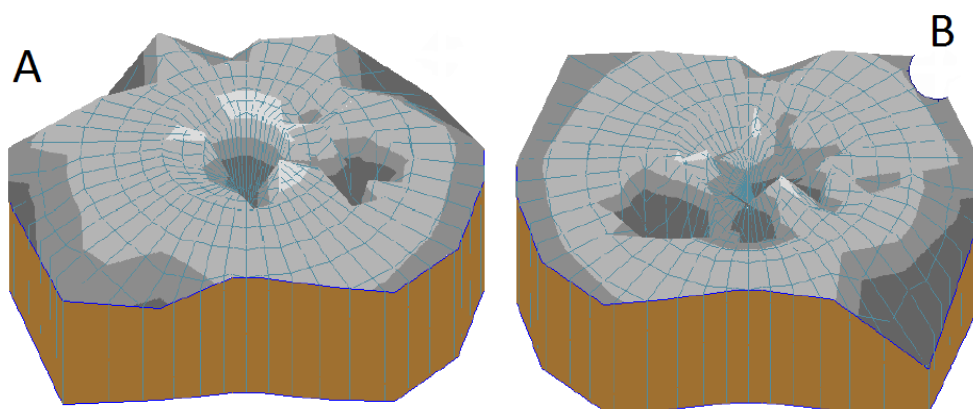


Figura 4.15. Campo visual (A) del OD (B) del OI en el campímetro.

A.2. Pruebas diagnósticas

Se le hizo una OCT (Tomografía de Coherencia Óptica). Las imágenes se representan en la figura 4.16

Cohen et al¹⁶ evaluaron la prevalencia de pseudoquistes intrarretinianos en personas con atrofia geográfica dada en el estadio final de DMAE seca. Estos pseudoquistes corresponden a pequeños espacios quísticos frecuentemente localizados en la capa nuclear interna. Estos pseudoquistes podrían corresponder a una degeneración de las células de Müller y que su presencia no debería ser considerada como una manifestación de DMAE neovascular.

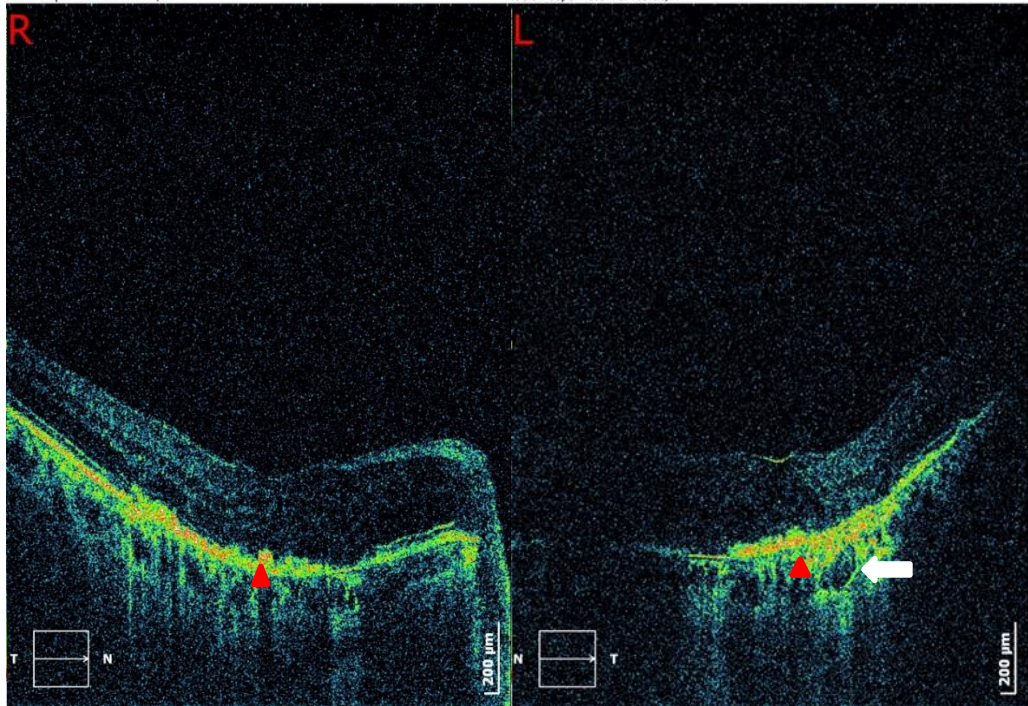


Figura 4.16. Atrofia geográfica del epitelio pigmentario retiniano de ambos ojos. Exploraciones horizontales centradas en fóvea. Pseudoquistes en ambos ojos en el epitelio pigmentario (flecha blanca) y agrupación de drusas duras (flechas rojas).

Se le hizo una retinografía para observar el fondo de ojo como se muestra en la Figura 4.17.

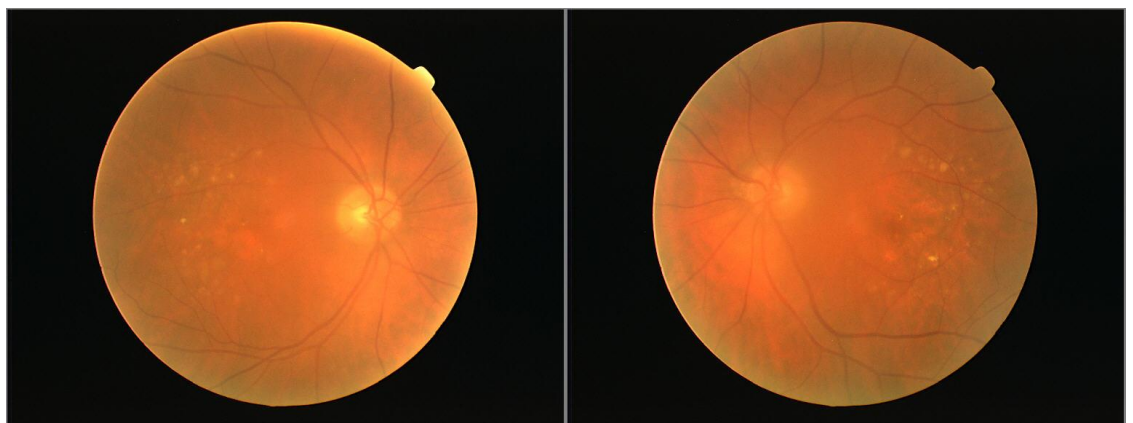


Figura 4.17. Agrupación de drusas duras

A.3. Pantalla tangente

Después, con la pantalla tangente le tomamos las medidas del campo visual en ambos ojos como se muestra en la Tabla 4.9 para el OD y en la Tabla 4.10 para el OI para dibujar sus mapas visuales como se muestra en la Figura 4.18 para el OD y en la Figura 4.19 para el OI:

Orientación	Radio D/F (± 2 cm)	Radio F/D (± 2 cm)	Tamaño del escotoma (± 2 cm)
0°	8	40	40
15°	0	0	0
30°	0	0	0
45°	0	0	0
60°	0	0	0
75°	5	41	41
90°	4	38	38
105°	0	0	0
120°	0	0	0
135°	0	0	0
150°	0	0	0
165°	0	0	0
180°	0	0	0
195°	0	0	0
210°	0	0	0
225°	0	0	0
240°	0	0	0
255°	0	0	0
270°	0	0	0
285°	0	0	0
300°	0	0	0
315°	0	0	0
330°	0	0	0
345°	11	39	39

Tabla 4.9. Medidas experimentales del OD del paciente con DMAE.
D/F (De dentro-afuera) y F/D (De fuera-adentro)

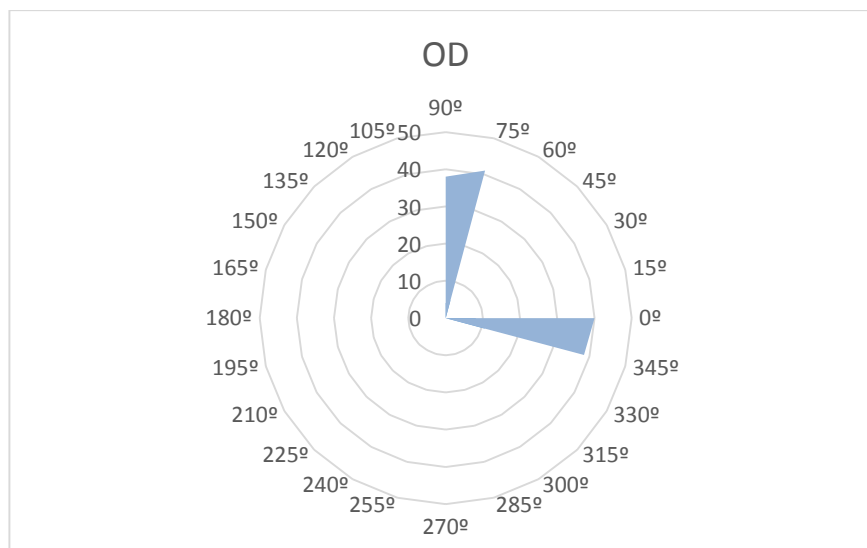


Figura 4.18. Mapa visual del OD del paciente con DMAE

Orientación	Radio D/F (± 2 cm)	Radio F/D (± 2 cm)	Tamaño del escotoma (± 2 cm)
0°	5	40	40
15°	6	45	45
30°	6	42	42
45°	6	40	40
60°	0	0	0
75°	0	0	0
90°	0	0	0
105°	0	0	0
120°	0	0	0
135°	0	0	0
150°	0	0	0
165°	0	0	0
180°	0	0	0
195°	7	18	18
210°	6	39	39
225°	0	0	0
240°	0	0	0
255°	6	40	40
270°	0	0	0
285°	7	40	40
300°	8	40	40
315°	7	40	40
330°	7	37	37
345°	7	37	37

Tabla 4.10. Medidas experimentales del OI del paciente con DMAE.
D/F (De dentro-afuera) y F/D (De fuera-adentro)

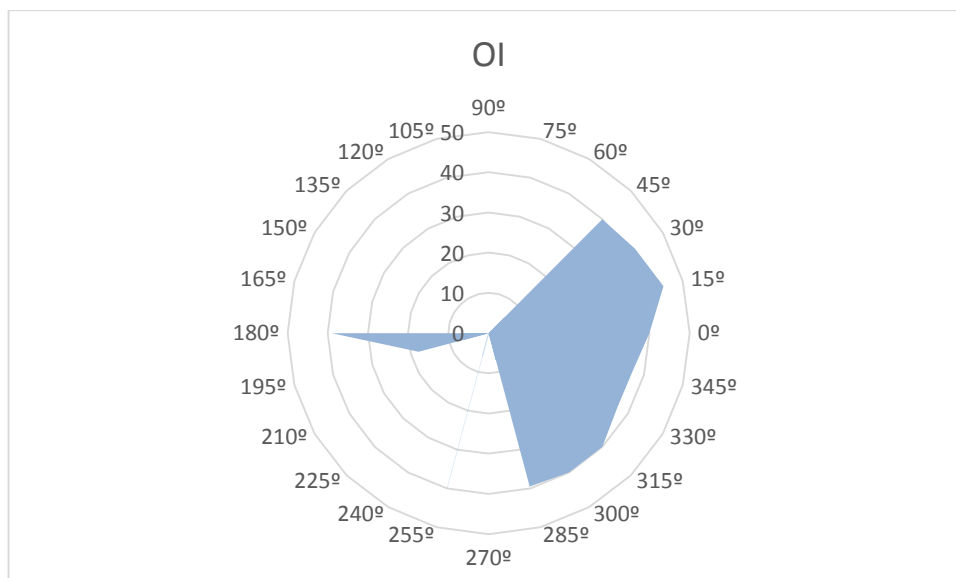


Figura 4.19. Mapa visual del OI del paciente con DMAE

A.4. Discusión

Como podemos observar en el mapa visual del OI de este paciente con DMAE tiene más pérdida de campo que en el OD.

Comparando el mapa visual hallado en el campímetro en el OD con el obtenido en la pantalla tangente cabe decir que en la campimetría se observa un escotoma central que en la pantalla tangente no se ha detectado y puede ser debido a que el paciente tenía cataratas en ambos ojos que le dificultaba en cierta medida la visión central. Por ello además, las imágenes obtenidas en la retinografía son de baja calidad debido al enturbiamiento del cristalino. Por otro lado, vemos en ambos exámenes visuales coincide que el paciente tiene dos escotomas relativos, uno superior y otro nasal.

En el OI, si comparamos el campo visual obtenido en el campímetro con el obtenido en la pantalla tangente podemos afirmar que en ambos se observa el punto ciego a la izquierda y a la derecha observamos un escotoma de gran tamaño que ocupa el primer y el cuarto cuadrante.

Comparando los resultados obtenidos con el simulador de DMAE y el paciente de baja visión con DMAE, hemos podido observar que los resultados no se asemejan

demasiado, ya que en el simulador se hizo un escotoma central y este señor además del central, en el OD tiene dos relativos, uno superior y otro nasal. Y en el OI además del punto ciego observamos uno de gran tamaño que ocupa el primer y cuarto cuadrante.

Hemos podido corroborar con el artículo citado que dichos pacientes existen pseudoquistes intrarretinianos como hemos observado en la OCT y agrupación de drusas duras que hacen que su agudeza visual en el OI sobre todo sea peor, teniendo en cuenta que el paciente tenía cataratas en ambos ojos.

B. Paciente de baja visión con Stargardt

B.1 Examen visual

Paciente con 54 años de edad diagnosticada con la enfermedad de Stargardt desde hace 24 años.

En primer lugar le medimos la AV con el test ETDRS a 60 cm en VL y a 40 cm en VC. Los valores se muestran en la Tabla 4.11.

	OD	OI	Binocular
AV en VL sin compensación	0.06 ± 0.01	0.05 ± 0.01	0.08 ± 0.02
AV en VC sin compensación	0.06 ± 0.01	0.05 ± 0.01	0.08 ± 0.02

Tabla 4.11. AV de la paciente de baja visión con Enfermedad de Stargardt

Pese a su mala AV en ambos ojos, ella se maneja mejor con el OD que es donde utiliza también su ayuda de baja visión.

Después le hicimos un campo visual con el campímetro que se muestra en la Figura 4.20.

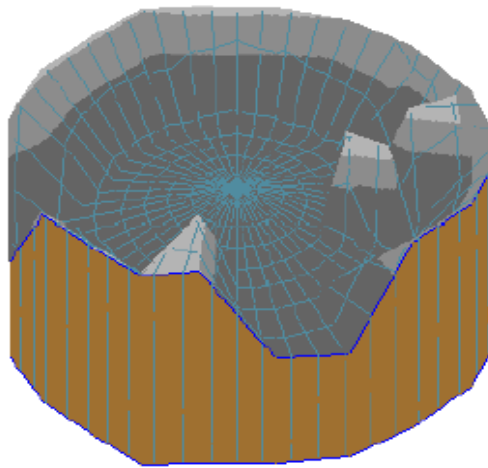


Figura 4.20. Campo visual del OD en el campímetro.

B.2. Pruebas diagnósticas

Se le hizo una OCT que se muestra en la Figura 4.21.

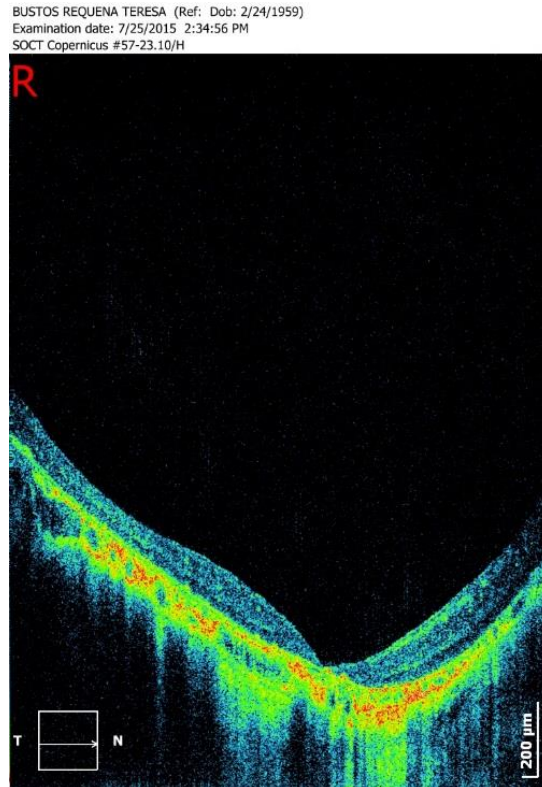


Figura 4.21. Exploración horizontal centrada en fovea. Atrofia en la capa de fotorreceptores. Adelgazamiento de la capa de células retinianas.

En la OCT pudimos comprobar que su espesor de la capa de células en la zona foveal estaba muy disminuida como se muestra en la Figura 4.22.

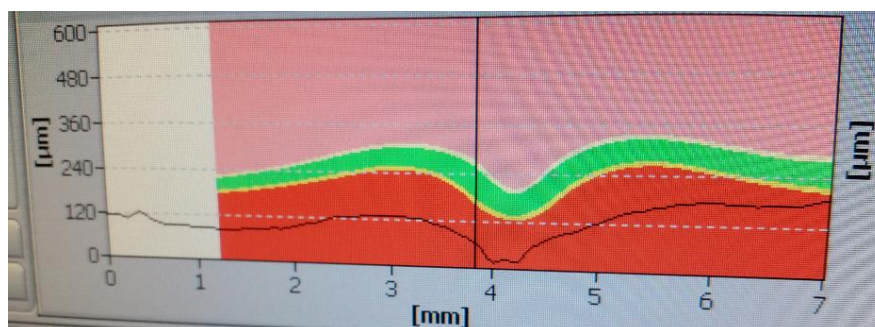


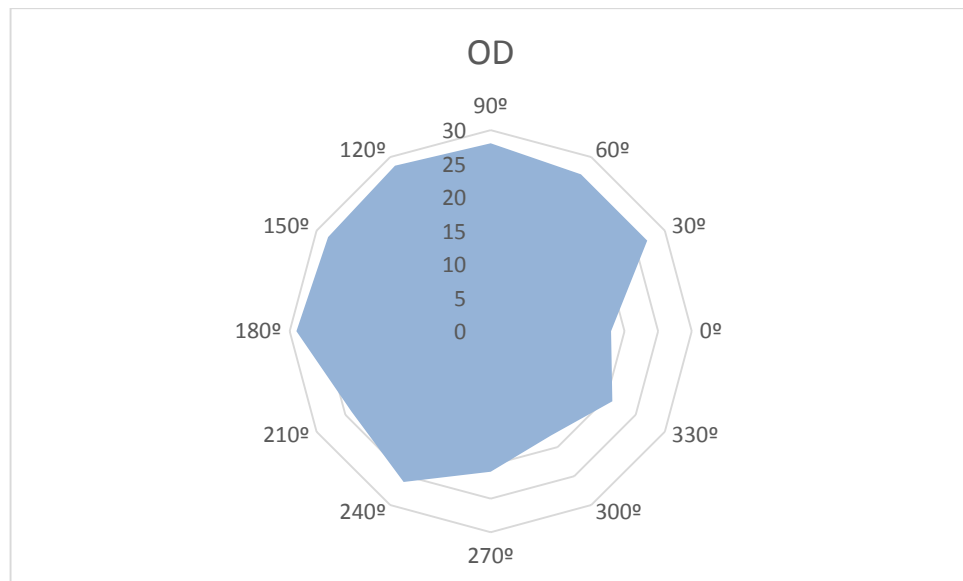
Figura 4.22. *Espesor de la capa de células en la zona foveal de la retina en ($\mu\text{m}/\text{mm}$)*

B.3. Pantalla tangente

Después, con la pantalla tangente le tomamos las medidas del campo visual del OD cada 30° para que no se cansara mucho ya que tenía que mover mucho los ojos. Con el OI no se lo medimos porque apenas tiene visión. Utilizamos el optotipo de 38.98 mm ya que debido a su baja visión los dos optotipos de menor tamaño los veía con mucha dificultad.

Orientación	Radio D/F (± 2 cm)	Radio D/F (± 2 cm)	Tamaño del escotoma(± 2 cm)
0°	38	18	33
30°	29	27	24
60°	28	27	24
90°	34	28	26
120°	26	29	22
150°	24	29	21
180°	24	29	21
210°	30	24	26
240°	27	26	24
270°	32	21	29
300°	32	18	30
330°	20	21	23

Tabla 4.12. *Medidas experimentales del OD de la paciente con la Enfermedad de Stargardt*



B.4. Discusión

Si comparamos el mapa visual obtenido con el campímetro y el obtenido con la pantalla tangente podemos afirmar que en ambos casos se halla un escotoma central absoluto que le dificulta tener visión central. La paciente solo se ayudaba del OD ya que con el OI la visión está muy deteriorada y le resultaban muy cansadas todas las pruebas debido al constante movimiento de ojos que tenía que hacer para poder encontrar la imagen.

La zona foveal está muy dañada como nos muestra la OCT. La capa de fibras en dicha zona está casi desaparecida y la capa de fotorreceptores está dañada. El espesor de la capa de fibras debería de estar entre 120 y 240 μm y está casi en el 0.

Por otro lado, el mapa visual con el simulador de Stargardt y el de la paciente real han salido semejantes teniendo en cuenta que dicha enfermedad se distribuye de distinta forma en cada persona y no tenía por qué darnos exactamente igual, como nos ha pasado en el caso de la DMAE. La paciente tenía un pico con pérdida de visión a 0° y nuestro simulador lo tenía a 165°.

5. CONCLUSIONES

- 1.- Se ha construido una pantalla tangente para poder evaluar un campo visual máximo de hasta 50° a una distancia de utilización de 1 metro. La separación entre los meridianos es de 15° y la de los paralelos de 5°
- 2.- Se han construido optotipos con tamaños comprendidos entre 19,7 mm y 56,5 mm.
- 3.-El contraste entre los optotipos y la pantalla es de 0,95 el cual es suficiente para poder evaluar el campo visual en pacientes de baja visión.
- 4.- Se han fabricado simuladores con defectos de campo central y periférico que han sido utilizados para el calibrado de la pantalla tangente.
- 5.- Se ha evaluado el campo visual de dos pacientes de baja visión con patologías de Stargardt y DMAE. Los resultados obtenidos con la pantalla tangente coinciden con los que se han obtenido con el campímetro computerizado SBP 3000 de Topcon.
- 6.- La pantalla tangente es un instrumento muy útil en la evaluación del campo visual en pacientes de baja visión debido fundamentalmente a su versatilidad (distancias de trabajo, contraste optotipos pantalla, tamaño optotipos) y al método de realización de las medidas.

6. BIBLIOGRAFÍA

1. Laguna. Consulta Oftalmológica Virtual [versión electrónica]. Recuperado el 18 de Mayo de 2015 de: http://www.e-oftalmologia.com/area_formacion/fisiologia/campo.html
2. Guinot Saera, Ana. (2002). Estudio de los índices del campo visual en el tratamiento de las obstrucciones de rama venosa temporal con fotocoagulación láser. (Tesis doctoral). Universitat Autònoma de Barcelona. Departament de Cirurgia. Barcelona
3. García Verdú, Miriam. (2013). Escotoma central y baja visión. (Trabajo fin de grado). Universidad de Alicante. Alicante
4. Orphanet. Portal de información de enfermedades raras y medicamentos huérfano.
5. Bither PP, Berns LA. Stargardt's disease. A review of the literature. J AM Optom Assoc. 1998; 59 (2): 106-11
6. Monllor Elías, Begoña. (2013). Enfermedades de Stargardt y de Best. (Trabajo fin de grado). Universidad de Alicante. Alicante
7. Galvis Ramírez V, Tello Hernández A, Rueda Galvis J, Parra Restrepo J, Valarezo Macías P, Álvarez Osorio L. Glaucoma primario crónico para el médico de atención primaria. MedUNAB, 2009; 12 (3).
8. Moll Santos-Juanes, Esther. Alteraciones del campo visual en pacientes de baja visión con glaucoma: revisión bibliográfica. Universidad de Alicante. Alicante
9. García García M, Salinas Martínez E. Degeneración macular asociada a la edad (DMAE). Guía clínica optométrica, a partir de estudios basados en la evidencia. Gaceta de Optometría y Óptica Oftálmica. 2013; (487).
10. Soler Gómez, M^a Elisa. Baja visión y degeneración macular asociado a la edad. (Trabajo fin de grado). Universidad de Alicante. Alicante

11. Mayoral, B. (3 de septiembre de 2008). Pantalla Tangente. [Mensaje en un blog]. Recuperado de: <http://beatrizmayoral.blogspot.com.es/2008/09/pantalla-tangente.html>
12. Imaging and perimetry society. (2008). The age of isopter perimetry: Bjerrum and the tangent screen. Recuperado el 20 de Mayo de 2015 de: <http://www.perimetry.org/PerimetryHistory/4-tangentscreen.htm>
13. Snyder, C. Julius Hirschberg, the neglected historian of ophthalmology. American Journal of Ophthalmology. 1981; 91(5): 664-76.
14. Broadway D. Visual field testing for glaucoma-a practical guide. Community eye health journal. 2012; 25: 66-69
15. Agnes M.F. Wong, MD, Sharpe J, MD. A Comparison of Tangent Screen, Goldmann, and Humphrey Perimetry in the Detection and Localization of Occipital Lesions. American Academy of Ophthalmology. 2000; 107: 527-544.
16. Olson JA, Purdie AT, Coleman RJ. Tangent screens are still useful in the assessment of vigabatrin induced visual field defects. 2002; 86: 931-932. Recuperado de: www.bjophthalmol.com
17. Cohen SY, Dubois L, Nghiem-Buffet S, Ayrault S, Fajnkuchen F, Guiberteau B, Delahaye-Mazza C, Quentel G, Tadayoni R. Retinal Pseudocysts in Age-Related Geographic Atrophy. American Journal of Ophthalmology. 2010; 150: 211-217.